

Tagungsbeitrag zu:

Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft

Titel der Tagung:

Böden – eine endliche Ressource

Veranstalter:

DBG

Termin und Ort: 05.-13.09.2009, Bonn

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

Bodenqualitätsprobleme in der Bergbauregion von Gatumba, Ruanda

Rolf Nieder¹, Anika Reetsch¹ und Francois Naramabuye²

Zusammenfassung

Aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte wird in Ruanda fast die gesamte Fläche intensiv landwirtschaftlich genutzt. Die im Rahmen einer Pilotstudie 2007/08 in der Bergbauregion Gatumba erzielten Ergebnisse haben gezeigt, dass die Böden (*Cambisole*, *Gleysole*, *Fluvisole*, *Nitisole*, *Lixisole* und *Umbrisole*) bis auf Ausnahmen relativ geringe Gehalte an organischer Substanz (C und N) und größtenteils extrem geringe Vorräte an verfügbarem P aufweisen.

Die Böden der zum Teil landwirtschaftlich genutzten Bergbauhalden (*Technosole*) sind i.d.R. extrem nährstoffarm und weisen ebenso wie durch den Bergbau beeinflusste Böden der Umgebung zum Teil erhöhte Gehalte an As und Cd auf.

Schlüsselworte: Landwirtschaft, Bergbau, Bodenfruchtbarkeit, toxische Elemente

¹ TU Braunschweig, Institut für Geoökologie, Langer Kamp 19c, 38106 Braunschweig; r.nieder@tu-bs.de

² Faculty of Agronomy, National University of Rwanda, B.P. 117, Butare, Rwanda

1. Einleitung

Aufgrund hoher Tantalpreise werden in Burundi, Kongo, Ruanda und Uganda hunderte „wilder“ Coltan-Bergbaue betrieben. Der Name „Coltan“ leitet sich von der Mineralgruppe **Columbit-Tantalit** ab. Insbesondere in Ruanda wurden früher, industriell betriebene Bergbaue aufgegeben. Diese Aktivitäten hinterließen zum Teil größere Areale von Bergbauhalden, die möglicherweise erhöhte Konzentrationen toxischer Elemente aufweisen. Der Großteil der Landesfläche von Ruanda ist durch kleinbäuerliche, intensive Landwirtschaft geprägt. Recycling organischer Stoffe sowie biologische N₂-Fixierung durch Leguminosenanbau stellen zumeist die einzigen Quellen zur Versorgung der Böden mit Nährstoffen dar (Naramabuye, 2007). Bedingt durch die Bevölkerungsexplosion und die damit einhergehende Landverknappung werden die Böden der Bergbauhalden in zunehmendem Ausmaß landwirtschaftlich genutzt. Die vorliegenden Ergebnisse wurden in einem Pilotprojekt zur Erkundung von Möglichkeiten für die Rekultivierung und die nachhaltige Nutzung in der Bergbauregion Gatumba erzielt.

2. Material und Methoden**2.1 Untersuchungsgebiet**

Die Region Gatumba befindet sich im nördlichen Bereich des Zentralen Plateaus von Ruanda (Einheit 7 in Abb. 1).

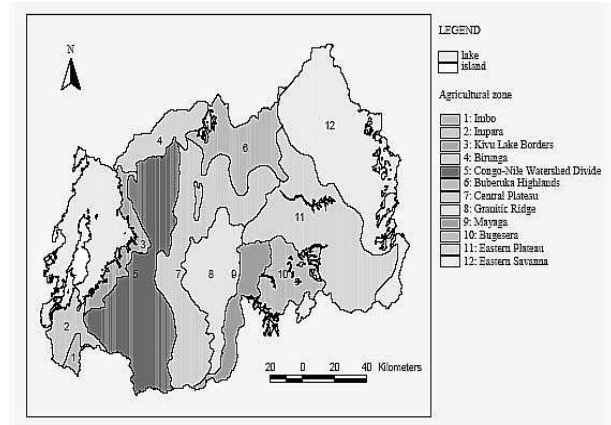


Abbildung 1: Landwirtschaftliche Zonen in Ruanda (Verdoot and van Ranst, 2003)

Der mittlere jährliche Niederschlag im Zentralen Plateau beträgt in 1.700 m ü. NN rund 1.200 mm (Verdoot and van Ranst, 2003). Die mittlere Jahrestemperatur beträgt in dieser Höhenlage rund 19 °C und variiert um 0.5 °C mit jeder Höhendifferenz von 100 m (Briggelar, 1996).

Die Region Gatumba befindet sich zwischen 29°37' and 29°40' östlicher Länge und 1°53' and 1°56' südlicher Breite. Ihre Fläche umfasst rund 12 km². Der Nyabarongo Fluss (größter Fluss der Region) befindet sich in rund 1.370 m Höhenlage und die höchsten Erhebungen liegen bei etwa 1.900 m.

2.2 Standorte und Probenahme

Im Jahre 2007 wurden in der Bergbauregion von Gatumba 20 Standorte untersucht (Abb. 2).

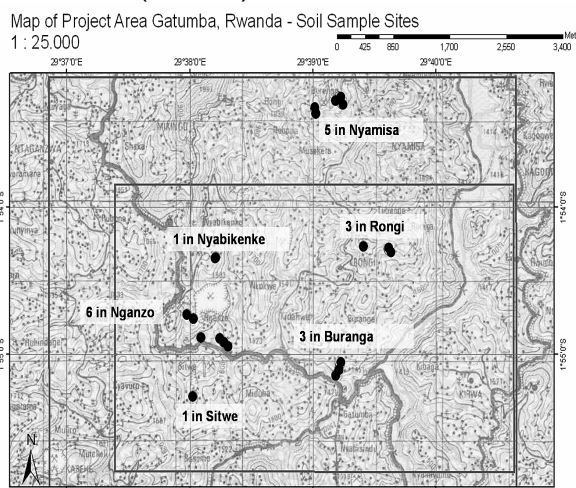


Abbildung 2: Bergbauregion Gatumba mit Bodenprobenahmestandorten (schwarze Punkte)

Die Standorte wurden so ausgewählt, dass die wichtigsten in der Region vorkommenden Referenz-Bodengruppen berücksichtigt werden konnten: *Anthrosol* auf Bergbauhalde (*Technosol*), *Cambisol*, *Gleysol*, *Fluvisol*, *Nitisol*, *Lixisol* und *Umbrisol* (s. Tabelle 1). Die Nutzung der untersuchten Böden erfolgte i.d.R. durch Anbau von Maniok (*Manihot esculenta* Crantz) und Süßkartoffel (*Ipomoea batatas*).

2.2 Boden-Probenahme und Vorbereitung
Die Boden-Probenahme erfolgte horizontweise unmittelbar nach der Anlage von Profilen aus der Profilwand. Zusätzliches Material wurde mittels eines mehrteiligen Bohrers von mindestens 5 weiteren Probenahmestellen des zugehörigen Schlages bzw. der Halde entnommen. Die Proben wurden zu Mischproben (horizontweise) zusammengeführt, anschließend homogenisiert, durch ein 4 mm-Sieb gedrückt, luftgetrocknet (25°C) und vor der Analyse gemahlen.

2.3 Analytik

Die Analysen wurde mit Hilfe von Standardmethoden durchgeführt (s. Reetsch et al., 2008). Sie umfassten organisch gebundenes C und N, verfügbares P und K sowie toxische Elemente (s. Tabelle 1). Darüber hinaus wurden pH, Textur, elektrische Leitfähigkeit, Tonmineralarten-Zusammensetzung sowie Kationen-Austauschkapazität (KAK) bestimmt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Gesamt-C- und N-Gehalte in den A_p-Horizonten waren für die Verhältnisse des tropischen Berglandes relativ gering (Tabelle 1). Sie streuten zwischen ca. 0,5 und 4,4% (C) bzw. zwischen 0,03 und 0,35% (N). Diese weiten C- und N-Gehaltsspannen spiegeln in erster Linie das unterschiedliche Ausmaß der Erosion (z.B. extreme Erosion beim *Nitisol* in Nganzo) bzw. das unterschiedliche Alter der *Technosole* (älterer *Technosol* in Buranga, sonst junge *Technosole*) wider. Vor allem die Bewirtschaftung auf den allgegenwärtigen Hanglagen sowie der zum Teil stark geneigten Bergbauhalden (*Technosole*) wirken erosionsauslösend.

Alle Standorte zeigten geringe Olsen-P-Gehalte, zum Teil lagen die Werte sogar unterhalb der Nachweisgrenze. Die durchweg extrem geringen P-Gehalte in Unterböden (nicht gezeigt in Tab. 1) weisen darauf hin, dass verfügbares P in A_p-Horizonten größtenteils in organischer Form vorliegt.

Tabelle 1: Gesamt-C und -N, P-Olsen sowie As- und Cd-Gehalte in den A_p-Horizonten der untersuchten Böden

Ort/ RBG ^a	C (%)	N (%)	P- Olsen ppm	As ppm	Cd ppm
Buranga/ <i>Gleysol</i>	1,12	0,07	5,0	4,4	1,1
<i>Lixisol</i>	1,09	0,09	0,1	3,9	1,0
<i>Technosol</i>	3,24	0,25	1,9	3,2	6,8
Nganzo/ <i>Fluvisol</i>	0,91	0,07	1,0	3,5	1,5
<i>Fluvisol</i>	0,75	0,05	3,0	4,3	1,2
<i>Gleysol</i> ^d	1,11	0,07	2,1	20,4 ^c	0,7
<i>Cambisol</i>	1,04	0,08	15,3	3,9	0,9
<i>Nitisol</i>	0,49	0,03	b	5,8	1,2
<i>Umbrisol</i>	2,31	0,17	b	3,4	0,8
Rongi/ <i>Cambisol</i>	3,42	0,25	3,0	6,7	2,0
<i>Cambisol</i> ^e	4,44	0,35	2,5	15,2 ^c	1,7
<i>Cambisol</i>	2,35	0,16	3,6	5,1	1,2
Nyamisa/ <i>Nitisol</i>	1,09	0,09	b	10,8	1,1
<i>Technosol</i>	0,28	0,03	1,4	19,5 ^c	2,0
<i>Cambisol</i>	1,36	0,11	2,2	15,0 ^c	1,4
<i>Cambisol</i>	1,93	0,2	1,8	15,7 ^c	0,8
<i>Lixisol</i>	2,78	0,2	2,3	17,1 ^c	0,9
<i>Technosol</i>	1,92	0,13	3,2	21,8 ^c	1,1
Sitwe/ <i>Technosol</i>	0,62	0,05	b)	5,5	0,8
Nyabikenke/ <i>Technosol</i>	0,62	0,05	2,9	7,5	0,7

^a) RBG: Referenz-Bodengruppe (FAO, 1998)

^b) P-Olsen-Werte unterhalb der Nachweisgrenze

^c) As-Grenzwert in Böden: 10 µg g⁻¹ (Bundesbodenschutzverordnung (BBodschV, 1999))

^d) durch Hangwasseraustritt aus Halde beeinflusst

^e) durch Haldenmaterial überprägt

Das Defizit an verfügbarem P geht vor allem auf die starke Fällung an Sesquioxiden, zum Teil auch auf den langfristigen Export durch Auswaschung zurück.

In den Böden (A_p-Horizonte) streuten die pH-Werte (CaCl₂) zwischen 3,9 und 5,4, die elektrische Leitfähigkeiten zwischen 8,4 und 45,2 µS cm⁻¹ und die Tongehalte zwischen ca. 10 und 50% (mit Maximum zwischen 30 und 40%) (Daten in Tabelle 1 nicht gezeigt). Die wichtigste Tonmineralart war Kaolinit mit Werten zwischen 50 und >90%, gefolgt von Montmorillonit (bis zu max. 40%) und Illit (<30%). Die Dominanz von Kaolinit bedingt eine schwache Aggregation. Die KAK streute zwischen 0,94 und 6,65 cmol(+) kg⁻¹ und wurde überwiegend durch Al⁺⁺⁺ bestimmt. Die relativ niedrige KAK ist erklärbar durch die relativ geringen Gehalte an organischer Substanz sowie die Dominanz von Kaolinit. Die geringe Bodenfruchtbarkeit in weiten Teilen Ruandas und speziell in der Gatumba Region bedingt ein niedriges Ertragsniveau, mit teilweiser Unterernährung der Bevölkerung. Im allgemeinen sind die Kleinbauern nicht in der Lage, Mittel für Kalk bzw. P- und N-Dünger aufzubringen.

Die Analysen von As und Cd haben gezeigt, dass diese toxischen Elemente erhöhte Konzentrationen (Bezug: Bundesbodenschutzverordnung (BBodschV, 1999)) in einem *Gleysol* in Nganzo und einem *Cambisol* in Rongi (beide durch Bergbau beeinflusst; s. Tabelle 1), und auf mehreren Standorten in Nyamisa (v.a. *Technosole* auf Halden) überhöht sind.

4. Schlussfolgerungen

Der in der Region Gatumba sowie in den meisten Ländern des tropischen Afrika weit verbreitete Rückgang der Bodenfruchtbarkeit stellt eine zunehmende Herausforderung in Anbetracht einer wachsenden Bevölkerung dar. Hinzu kommen die potenziellen Gefahren durch toxische Elemente im Zusammenhang mit der zunehmenden Nutzung von Bergbauhalden für die landwirtschaftliche Produktion.

Es wird in naher Zukunft von größter Bedeutung sein, den Nährstoffstatus der Böden durch Zufuhr von organischen (Nandwa, 2001) und anorganischen Düngern zu verbessern und die für landwirtschaftliche Nutzung geeigneten Halden mit geringem Kostenaufwand zu rekultivieren (Smithson and Giller, 2002). Die Applikation von basischem, vulkanischen Gesteinsmehl aus dem Norden Ruandas könnte zu einem Anheben des pH-Wertes der sauren Böden beitragen (van Straaten, 2002). Die P-Verfügbarkeit könnte so erhöht und die C-Fixierung in der Biomasse optimiert werden. Verbesserte Landnutzungsstrategien sollten Erosionsschutzmaßnahmen, wie Terrassierungen, Baumpflanzungen und die Einrichtung von Grünstreifen (Nandwa, 2001) integrieren.

Weitere, intensive Untersuchungen in Bergbaulandschaften werden erforderlich sein um „Hot Spots“ von Anreicherungen toxischer Elemente (z.B. Interflow-beeinflusste *Gleysole*, *Fluvisole*, Böden auf hydrothermal verändertem Gestein in der Umgebung von Pegmatitkörpern und entlang von Quarz-Cassiterit-Gängen) zu identifizieren (Reetsch et al., 2008). Diese Kenntnisse werden benötigt, um „kritische Gebiete“ von der Trinkwassergewinnung auszuschließen. Hinsichtlich der toxischen Elemente sind Kenntnisse zu Boden-Pflanze-Wechselwirkungen erforderlich, um Risiken für die Tier- und Humanernährung auszuschließen (Ross, 1994). Bergbauaktivitäten sollten in Zukunft so gestaltet werden, dass Eingriffe in die Landschaft minimiert werden.

Danksagung

Die Autoren danken der VW-Stiftung für die finanzielle Unterstützung.

Literatur

BbodschV (1999): Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554, geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758))

Biggelaar, C. (1996): Farmer Experimentation and Innovation. A case study of knowledge generation processes in agroforestry systems in Rwanda. Community Forestry Case Study Series No. 12, 123 S.

FAO (Food and Agriculture Organization) (1998): World Reference Base for Soil Resources. ISSS, ISRIC, FAO. World Soil Resources Report 84, Rome: FAO-UNESCO, FAO, 88 S.

Nandwa, S.M. (2001): Soil organic carbon (SOC) management for sustainable productivity of cropping and agroforestry systems in Eastern and Southern Africa. Nutrient Cycle in Agroecosystems, No. 61, p. 143 – 158.

Naramabuye, F. (2007): Determination of soil suitability in Buranga Sites. Coltan Meeting November 2007.

Reetsch, A., Naramabuye, F., Pohl, W., Zachmann, D., Trümper, K., Flügge, J. and Nieder, R. (2008): Properties and quality of soils in the open-cast mining district of Gatumba, Rwanda. Etudes Rwandaises 16, 51-79.

Ross, S. M. (1994): Toxic Metals in Soil-Plant Systems. Department of Geography, University of Bristol, UK.

Smithson, P. C. and Giller, K. E. (2002): Appropriate farm management practices for alleviating N and P deficiencies in low-nutrient soils of the tropics. Plant and Soil, No. 245, 169 – 180.

Van Straaten, P. (2002): Rocks for crops. Agrominerals of Sub-Saharan Africa. ICRAF, Nairobi, Kenya, 338 S.

Verdoot, A., van Ranst, E. (2003): Land Evaluation for Agricultural Production in the Tropics – A Large-Scale Land Suitability Classification for Rwanda. Ghent University, Laboratory of Soil Science.